

KISTEP 수요 포럼

정부 R&D의 도전성 · 창의성 평가 방안

김 소 영

KAIST 과학기술정책대학원 (R&D Policy Lab)

soyoungkim@kaist.ac.kr

2014.12.10

목차

1. 왜 평가인가

- 1.1. 평가의 목적 vs. 필요성
- 1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가

2. 도전성/창의성

- 2.1. 개념
- 2.2. 기대와 오해

3. 질적 평가 패러다임

- 3.1. 담론과 실제
- 3.2. 성실실패

4. 평가의 딜레마

- 4.1. 타당성 vs. 신뢰성
- 4.2. 전문성 vs. 공정성
- 4.3. 책무성 vs. 자율성
- 4.4. 일관성 vs. 유연성

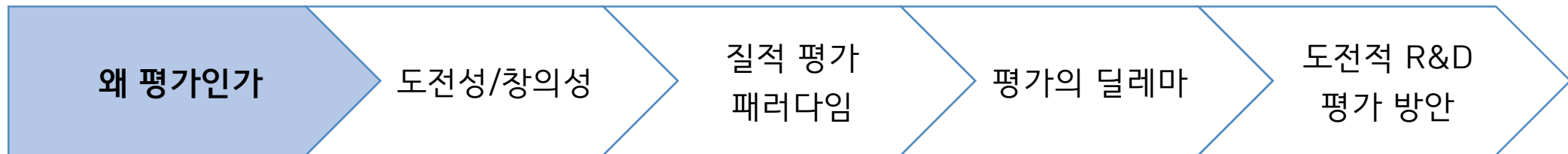
5. 도전적 R&D 평가 방안(?)

- 5.1 성실실패 가려내기
- 5.2 사후평가 리스크 추정
- 5.3 실패 지식 자산화
- 5.4 보상과 제재의 균형

1. 왜 연구개발 평가인가

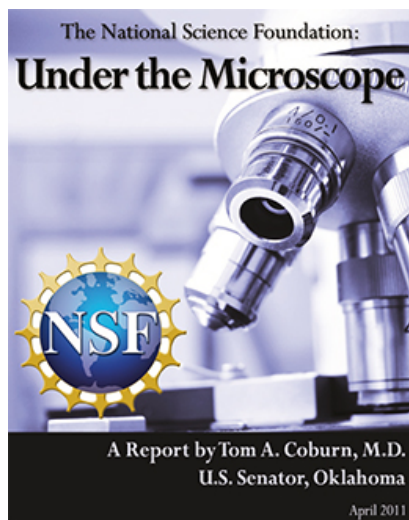
1.1. 평가의 목적 vs. 필요성

1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가



1.1. 평가의 목적 vs. 필요성 (1)

- 평가의 필요성?
 - 자원 제약 (resource constraint) → 연구개발 투자의 효율성
 - 보상과 유인 (reward/incentive) → 적절한 동기 부여



총괄평가

Summative
Evaluation

Goal: To
check if it is
working well

Main User:
Research
funders/
managers

형성평가

Formative
Evaluation

Goal: To give
feedback for
improvement

Main User:
Research
performers

1.1. 평가의 목적 vs. 필요성 (2)

- 평가의 목적?
 - 두 연구팀 (A, B) 중 어느 팀이 더 나은가?
 - o E1: 선정평가, E2/E3: 단계평가, E4: 종료평가
 - o 단순 평균: A(72.5)
 - o 향상 규모: B(30), 향상 비율: B(2)
 - o 평균 향상률(10), 가중평균 향상률: A(2.8)

Research Teams	E1	E2	E3	E4	Average	Max-Min	Max/Min	Average Δ^*	Average Δ (weighted) **
A	60	70	75	85	72.5	25	1.4	8.3	2.8
B	30	50	55	60	48.8	30	2	10	2.2

*: $((E2-E1)+(E3-E2)+(E4-E3))/3$, **: $((E2-E1)*0.1+(E3-E2)*0.3+(E4-E3)*0.6)/3$

1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가 (1)

* (구)지경부 연구개발사업 성공률: ('09~'10) 97%, 중기청 연구개발사업 성공률: ('08) 93%, ('12) 94%, **국가 연구개발과제 성공률: ('11) 98%**

* 미국의 정부지원 연구개발혁신 성공률: ~10%



* OECD국가 중 SCI 1편당 피인용지수는 30개국 중 최하

* 5년 주기 논문 피인용횟수: ('07~'11) 4.07회, 세계 평균 5.13회에 미달

* ('06~'10) 정부지원 연구개발 특허수 23.7% 증가했으나 우수 특허는 외국인 특허 5분의 1 수준

* 기술무역수지 적자 ('12년) \$57억, OECD 최하위권

• 왜 이러나?

도전성	평가	
	상	하
상	A	B
하	C	D

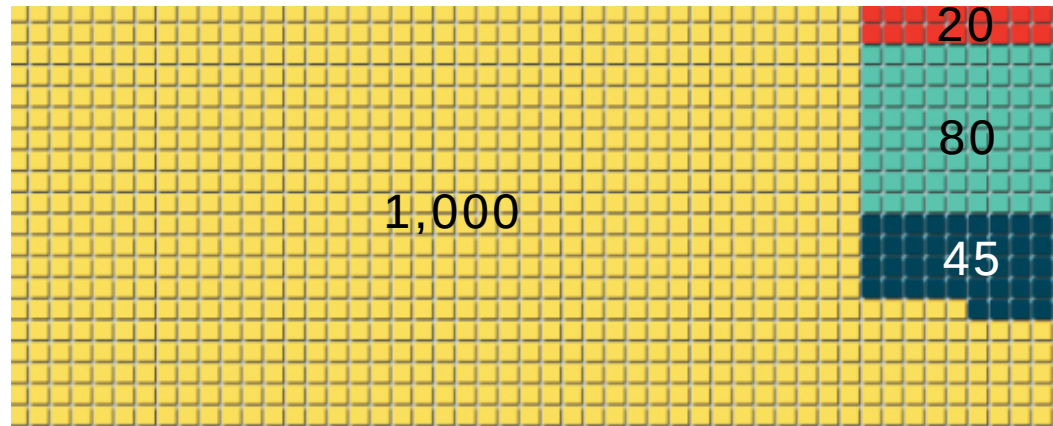
o B: 도전해봤자 평가가 잘 안 나오니까

o C: 도전 안해도 평가가 잘 나오니까

1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가 (2)

- 1,000개의 연구과제 중 10%가 정말로 도전적/창의적이라고 가정하고 (A=100)
 - 평가시스템이 도전적/창의적인 과제를 낮게 평가하는 경우(false negative)가 20%이고 (B=100*0.2=20)
 - 평가시스템이 도전적/창의적이지 않은 과제를 높게 평가하는 경우(false positive)가 5%라면 (C=900*0.5=45)
- 총 1,000개의 연구과제 중 도전적/창의적인 과제가 제대로 평가받는 경우는 **64%** (=80/125)

도전성	평가	
	상	하
상	A	B
하	C	D



1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가 (3)

- 제대로 된 평가시스템 (X)
- 제대로 안된 평가시스템 (Y)

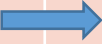
도전성	평가	
	상	하
상	A	B
하	C	D

평가 시스템	B(False Negative)		C(False Positive)		도전적/창의적 으로 평가된 과제수: (A-C)+B	정말로 도전적/창의 적인 과제수: (A-C)	제대로 된 평가 비율	제대로 안된 평가 비율
	%	#	%	#				
Benchmark	20%	20	5%	45	125	80	64 %	32 %
X	10%	10	1%	9	99	90	91 %	9 %
Y	30%	30	10%	90	160	70	44 %	57 %

1.2. 왜 도전성/창의성 평가인가 (4)

- 평가의 비대칭성:

- B (FN) $\rightarrow$ A: Matter of **precision** (평가의 정밀성)
- C (FP) $\rightarrow$ D: Matter of **accuracy** (평가의 정확성)

도전성	평가	
	상	하
상	A 	B
하	C 	D

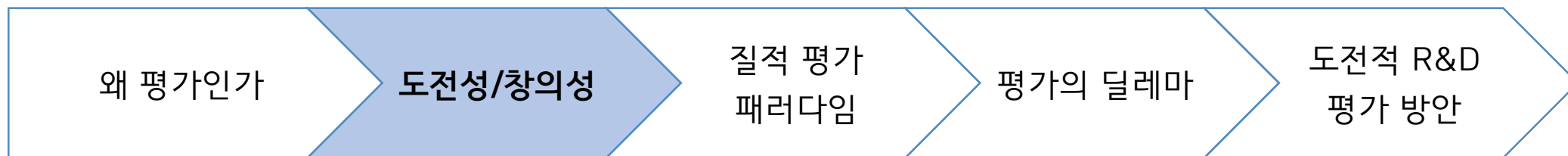
- 평가의 정밀성은 평가시스템의 “전문성”으로, 평가의 정확성은 평가시스템의 “공정성”으로 인식되는 경향 존재

- B $\rightarrow$ A: **성실실패** 인정의 문제
- C $\rightarrow$ D: **불성실성공** 불인정의 문제

2. 도전성/창의성

2.1. 개념

2.2. 기대와 오해



2.1. 개념 (1)

- 도전적 연구개발
 - 세계 최초 또는 세계 최고 수준을 지향하여 혁신적 도약을 이끌수 있는 연구개발: 실패 위험성은 높지만, 성공할 경우에는 (1) 학문적 성취가 높거나 공공복리 향상에 현저한 기여가 가능하거나 (2) 산업 활용도가 많아 고수익 창출이 가능하거나, 새로운 사업군(시장) 형성이 가능 (<국가R&D사업 도전성 강화방안(안)>, 2012.9.14))

2.1. 개념 (2-1)

- 혁신도약형 연구개발
 - (1) 학문적 발전 또는 공공복리 증진에 획기적으로 이바지할 수 있는 연구개발사업, (2) 혁신적이고 산업 활용도가 높아 많은 수익을 창출하거나 새로운 산업군 또는 시장을 형성할 수 있는 연구개발사업 (<국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정> 33조의 4 (혁신도약형 연구개발사업에 대한 특례))
- 혁신도약형 사업의 범부처 확산
 - 2014년 10개 부처, 26개 사업, 7,517억원 (R&D 대비 4.2%)

2.1. 개념 (2-2)

- 도전적/창의적 연구과제 선정 지표 가이드라인(안), (<혁신도약형 R&D사업추진 가이드라인(안)>, 국과심, 2013.8.2)

구분	주요 내용	
연구목표의 도전성 및 연구계획의 창의성 (총점 50% 이상)	• 예상되는 과제 성과 및 과제 수행방법의 창의성 • 연구결과의 도전성 → • 연구성과의 부가적인 잠재적 영향력 • 연구계획의 구체성	해당연구의 과학적, 기술적 난이도 및 해결 방법 연구 성공시 해당분야 기술 수준 향상 정도 부분 성공 또는 실패할 경우 해당분야 및 연구자에게 어떤 긍정적 효과를 미칠 수 있는가?
연구책임자의 연구역량 및 연구윤리 (총점 20% 이상)	• 연구책임자의 과거 연구성과 우수성 • 연구책임자의 연구윤리 수준 • 참여연구진 구성 및 능력	연구결과가 해당분야 연구 범위를 얼마나 확장할 수 있는가? 연구결과가 사회적 문제해결에 어떤 기여를 할 수 있는가?

2.1. 개념 (3)

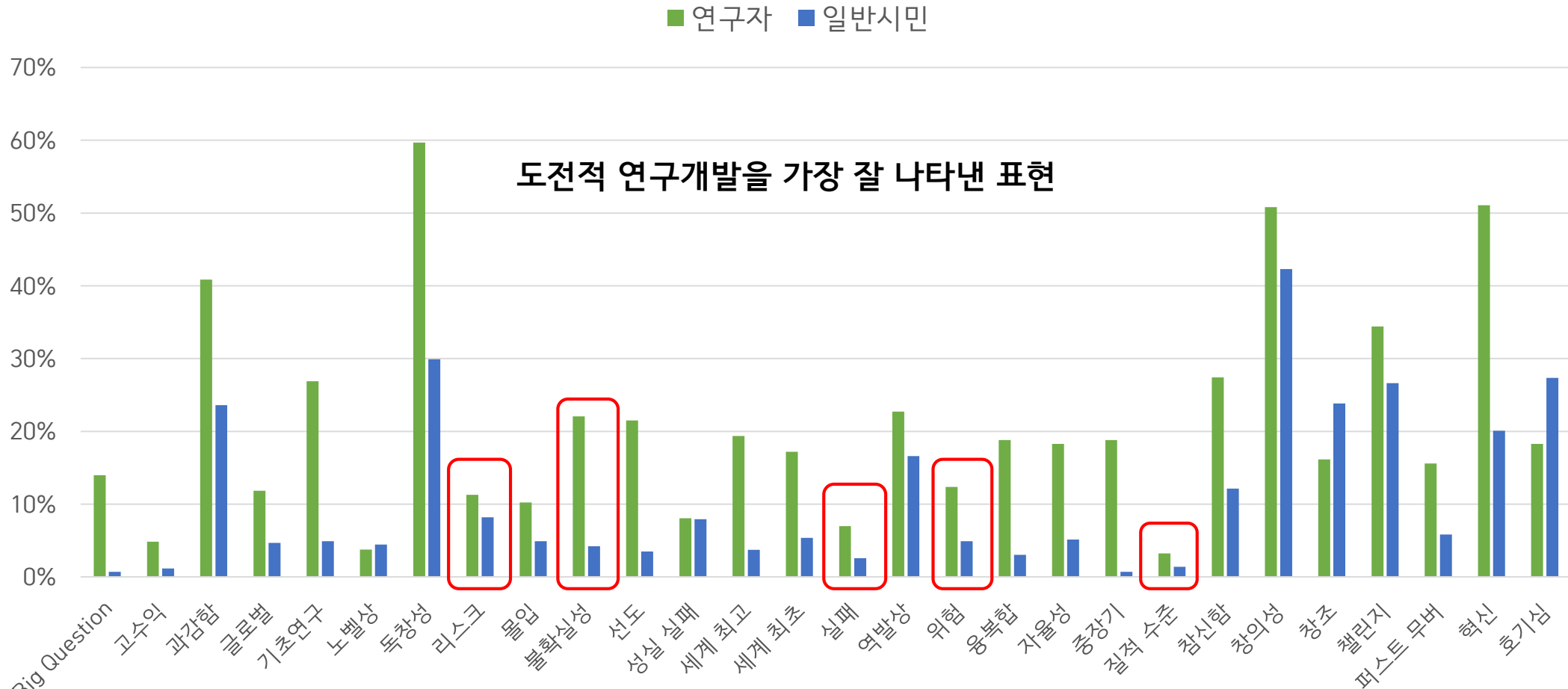
- **Transformative Research**

- “Involves ideas, discoveries, or tools that radically change our understanding of an important existing scientific or engineering concept or educational practice or leads to the **creation of a new paradigm or field** of science, engineering, or education. Such research **challenges** current understanding or provides pathways to **new frontiers**.” (NSF 2007)

Type	Description	Example
(a)	Challenging conventional wisdom	Continental drift model—at first controversial and then proved correct 50 years later based on new analytical methods and sampling of the ocean floor
(b)	Leading to unexpected insights enabling new techniques or methodologies	Magnetic resonance imaging as a tool for monitoring brain function, which greatly expanded the limits of behavioral research
(c)	Redefines the boundaries of science, engineering or education	Research on Very Large Scale Integrated circuit design methodology that led to the microelectronic revolution’s cell-phones, personal data assistants, and supercomputers, as well as intellectual framework of abstraction underlying most of today’s computer science

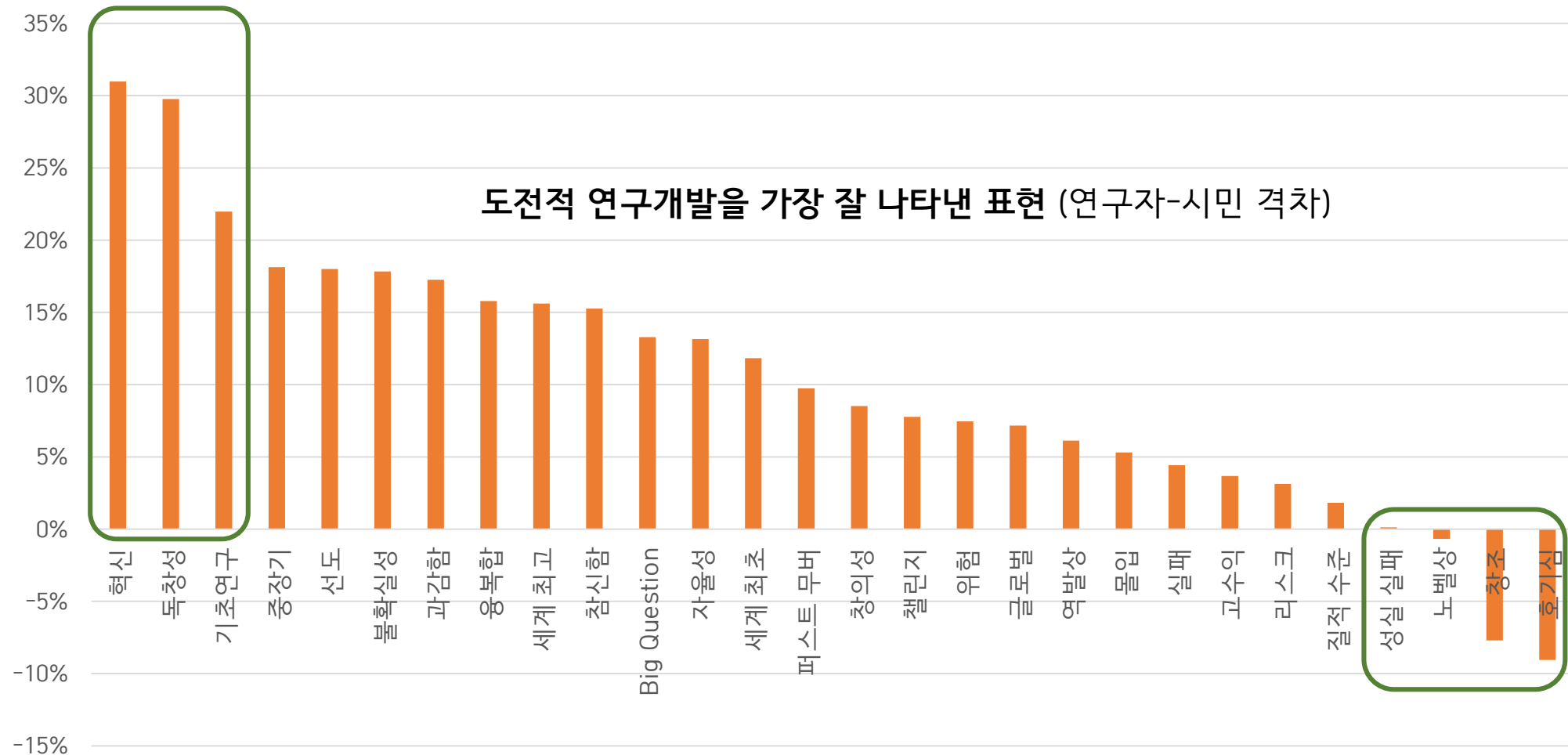
2.2. 기대와 오해 (1)

KAIST R&D Policy Lab, <공공 연구개발의 도전성 및 사회적 영향 측정방안> 설문 (2013.4)



2.2. 기대와 오해 (2)

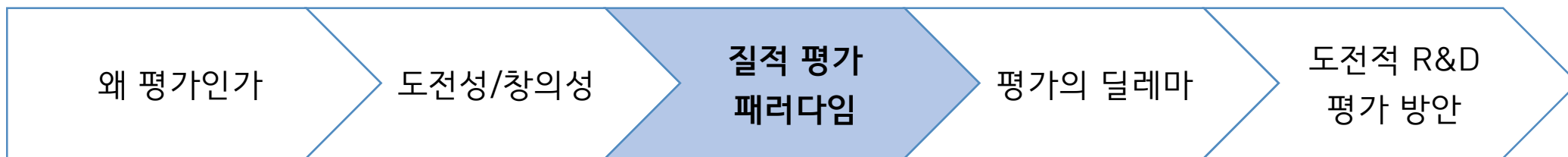
KAIST R&D Policy Lab, <공공 연구개발의 도전성 및 사회적 영향 측정방안> 설문 (2013.4)



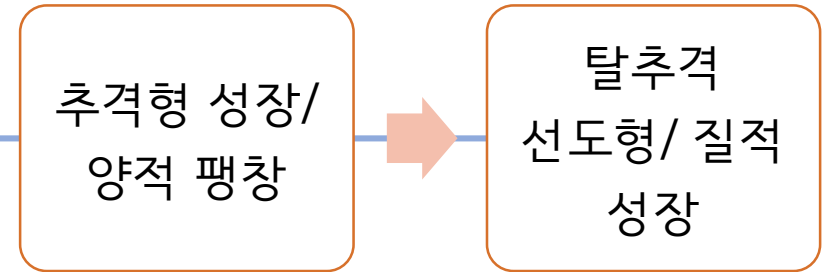
3. 질적 평가 패러다임: 담론과 실제

3.1. 담론과 실제

3.2. 성실실패



3.1. 담론 (1)



- 질 중심의 성과 창출 체계
 - R&D 투자의 선순환구조: 창의적 연구 → 우수기술 창출 → 기술이전/사업화 → R&D 재투자
- <국가연구개발사업 성과평가 개선 종합대책> (2013.10, 국과심)
- <국가연구개발사업 표준 성과지표: 성과목표-지표 설정 가이드라인>(v3) (2013.12, 미래부)
 - 올 하반기 17개 부처 137개 사업 대상, 전체 성과지표 중 질적 지표 가중치가 60% 이상 설정되었는지 점검 예정

3.1. 담론 (2)

구분	기 존(추격형)	전환 방향
투입	예산 투입 중심	⇒ 예산+국민의 아이디어 투입
창출 단계	- 성공 가능성이 높은 연구 - 고정된 목표, 일률적 관리 - 기술공급자(연구자) 중심 - 부처·사업별 단절적 연구개발 - 양 중심 평가	⇒ - 창의적·도전적 연구 - 유동적 목표, 유연한 관리 - 기술수요자(기업, 시장 등) 중심 - 부처·사업 연계·협력 연구개발 - 질과 활용 중심의 평가
연계 단계	- 성과 창출 관점 - 기술 창업 부족	⇒ - 성과 활용·확산 중심 - 기술 창업 활발

3.1. 담론 (3)

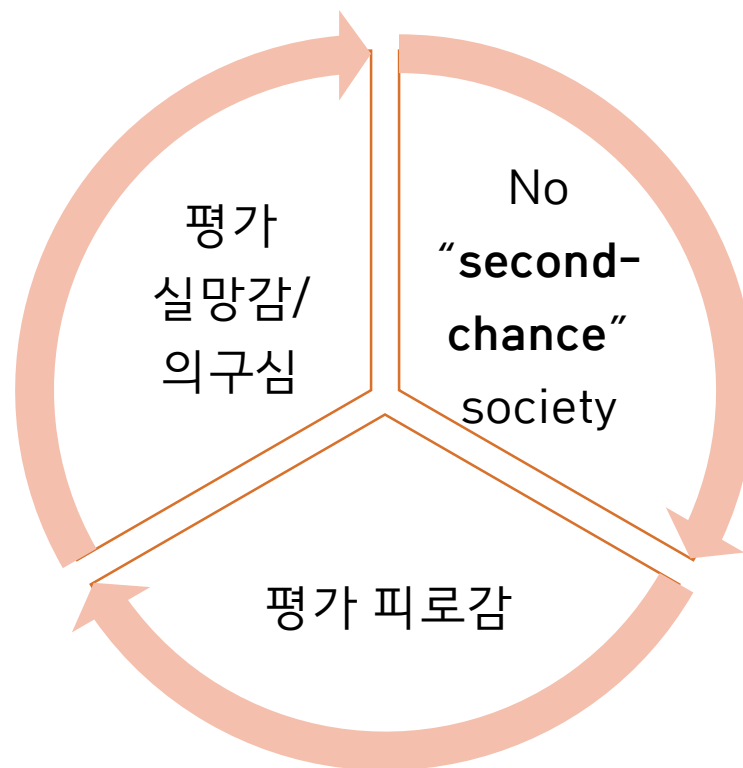
부 문	현 행	개 선
사업 평가	① 양적 성과지표 중심 ② 평가시 성과목표·지표 점검 ③ 모든 사업 일률적 평가 ④ 추적평가 시범실시	① 질적 성과지표 활용 확대 ※ 5대 성과분야 109개 지표 ② 착수시 설정한 성과목표·지표의 달성도 중심 평가 ※ 표준성과지표 활용 ③ 사업 유형과 기술별 특성을 고려한 평가 ④ 종료평가 도입 및 추적평가 본격화

국과심, <창조경제 실현을 위한 정부
연구개발 시스템 혁신방안(안)>, 2014.7

부 문	현 행	개 선
기초	① 양적 평가 - SCI논문 수 ② 연구자 역량 중심 - 논문 실적 ③ 일률적 평가 - 전분야 논문 중심	① 질적 평가('13하~) - 학문분야별 JCR 수준 평가 - 질적 수준 가이드라인 제공 * JCR 상위 5%, 20% 등 ② 연구내용 중심('14상~) - 창의성·도전성 지표 50% 이상 ③ 사업 유형과 기술별 특성을 고려한 평가('14상~)
원천	① 양적 평가 - 논문수, 특허수 등 ② 획일적 평가 - 사업별 특성 미반영 ③ 질적 성과관리 미흡	① 질적 성과 중심 평가항목 및 지표 적용('14상~) - 성과분야별 질적 달성도 평가 - 대표 연구성과의 질적 우수성 평가 ② 사업의 유형화 및 사업유형별 성과분야 및 평가지표 차별화 ('14상~) - 기술적·경제적(특히, 기술이전 창업 등) 성과 비중 강화 ③ 과제신청시 '연구성과창출전략 계획서' 제출 의무화 및 단계 평가 시 이행실적 평가('14상~) - 기술성숙도(TRL) 및 기술사업화전략 제시 * 평가의 전 단계에 '기술사업화전문가 그룹'을 참여시켜 전문적 컨설팅 실시

3.1. 실제 (1)

- 현장 연구자들이 질적 평가를 요구하는 이유??



3.1. 실제 (2)

- 과학적 성과 분야 주요 성과지표 (<국가연구개발사업 표준성과지표>, 2013.12)
 - 5대 분야 (과학, 기술, 경제, 사회, 인프라) 152개 성과지표 신설, 10대 사업 유형과 연계
- 서규원 외 (2014)
 - 필수성과지표 vs. 선택성과지표
 - 과학적 성과의 경우 필수지표:
 - 표준화된 순위보정 영향력지수
 - 표준화된 피인용지수
 - 논문건수 대비 지재권 전환율
 - 기술적

중분류		소분류	
성과유형		속성	성과지표(*는 질적 지표)
논문	① 논문 (SCI급)	(1) 게재 학술지의 우수성	• 표준화된 영향력 지수* • 분야별 영향력 지수* • 분야별 보정영향력 지수* • 표준화된 피인용 지수*
		(2) 개별논문의 우수성	• 분야별 피인용 지수* • 고피인용도 논문 수* • 즉시성 지수*
		(3) 집단논문의 우수성	• 기관별 우수논문 생산 지수* • 기관별 지식확산 지수* • 기관별 영향력 지수*
		(4) 양적 성과	• 최소 논문 건수 • 10억원(1억원)당 논문 건수
		(5) 저자의연구업적	• h-지수(군)*
		(6) 저자 역할	• 제1저자, 제2저자, 교신저자 등
		(7) 국제공동연구실적	• 국제공동논문 게재비율
		(8) 논문 성과확산 (복합지표)	• 논문 건수대비 지재권 전환율* • 논문 건수대비 기술이전 실시율*
		② 논문 (KCI)	• (SCI급과 동일)
		③ 생명자원	(1) 수집 실적 • 생물자원 수집 실적 (2) 활용도 • 생물자원 분양 실적
신자원 · 물질	④ 화합물	(1) 양적 성과	• 등록 건수
	④ 화합물	(2) 활용도	• 화합물 활용 실적
사회적	⑤	(1) 민간포상(국내국제)	• 포상 권위 / 포상 등급*

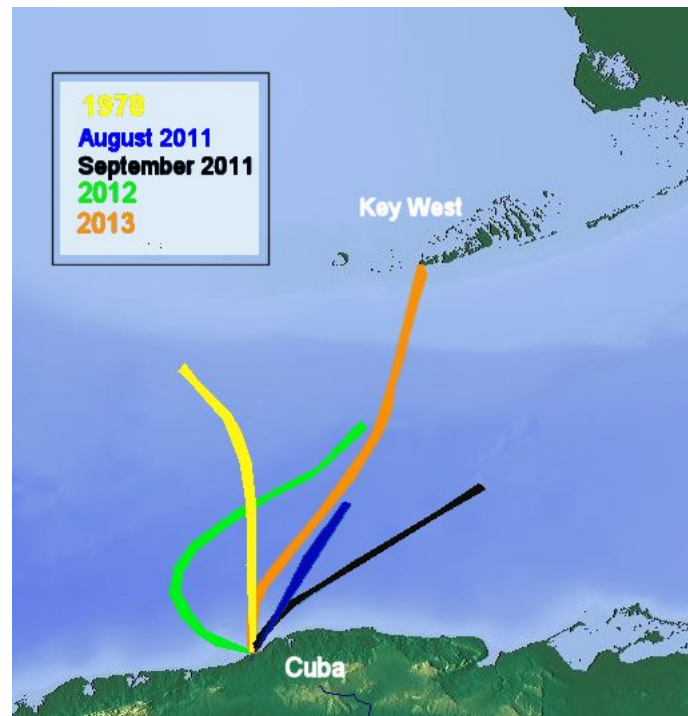
3.1. 실제 (3)

- 질적 성과지표 개념

- “국가연구개발정책의 관점에서 질적으로 우수한 연구성과물 그 자체 외에 성과물이 **경제·사회적 가치**로 전환되는 사업의 효과도 중요” → “「**질적 산출** 지표(일반적인 개념) + **결과** 지표」로 개념 설정” (<국가연구개발사업 표준성과지표>, 2013.12)

3.2. 성실실패 (1)

- 무엇이 제대로 된 실패인가? 어느 정도 해야 성실실패인가?



Diana Nyad (1949~)

3.2. 성실실패 (2)

공모 일정

소소한 실패이야기 개치프레이즈 원도마감	소소한 실패이야기 개치프레이즈 1차 결과 발표	혁신적 실패사례 원도마감	소소한 실패이야기 개치프레이즈 최종 결과 발표	혁신적 실패사례 1차 결과 발표	혁신적 실패사례 최종 결과 발표	재도전 컨퍼런스 및 토크콘서트 신청마감	재도전 컨퍼런스 및 토크콘서트 참석자발표	재도전의 날
9.30(금)	10.10(금)	10.17(금)	10.24(금)	11.01(수)	11.17(수)	11.20(목)	11.23(일)	11.26(수)

2014 혁신적 실패사례 공모전

새로운 시선, 힘찬 재도전!

공모전안내
응모하기
접수확인
게시판
재기의 전당
재도전의날 신청

혁신적 실패사례 공모
소소한 실패이야기 & 개치프레이즈
재도전 컨퍼런스 & 토크콘서트
재기의 전당

연구개발 성실실패 인정과 재도전을 위한 공청회

2013. 6. 20(목) 15:00~17:00

장소 : 멀티위천반관 그레이스 1층

성실실패 인정과 재도전 기회 제공 가이드라인

1단계 연구과정 성실성 평가

연구목표 도전성, 외부요인으로 인한 목표달성 실패
연구수행방법 및 과정의 적절성실패 후 1회 이상 재시도 여부

통과 → 시상실패 인정 (재제조치 면제)
탈락 → 제제조치 부과

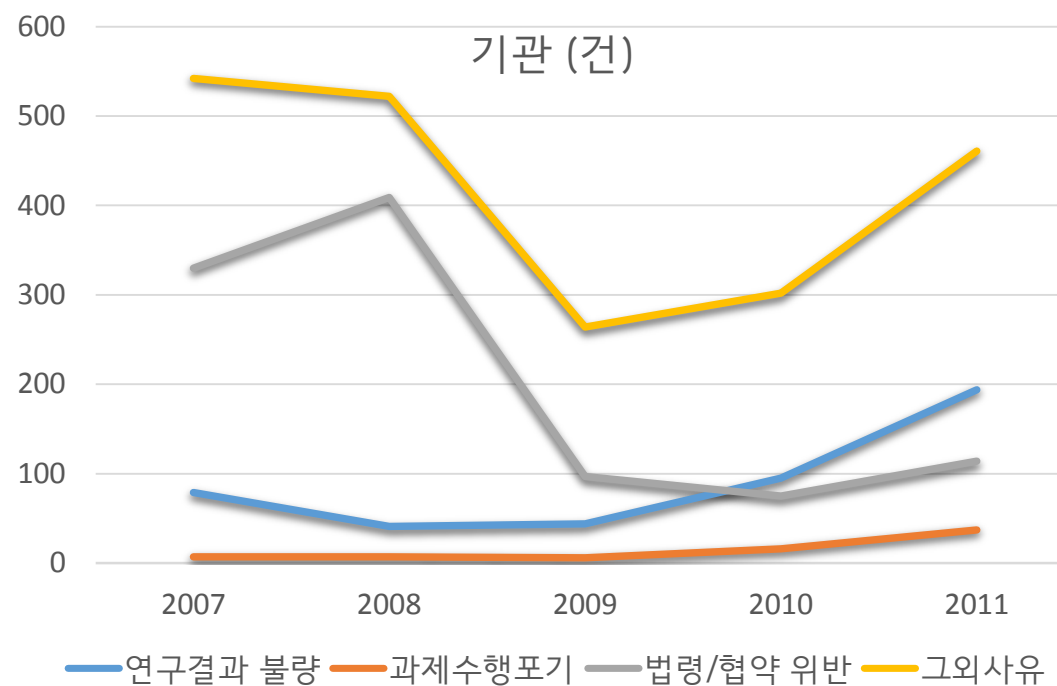
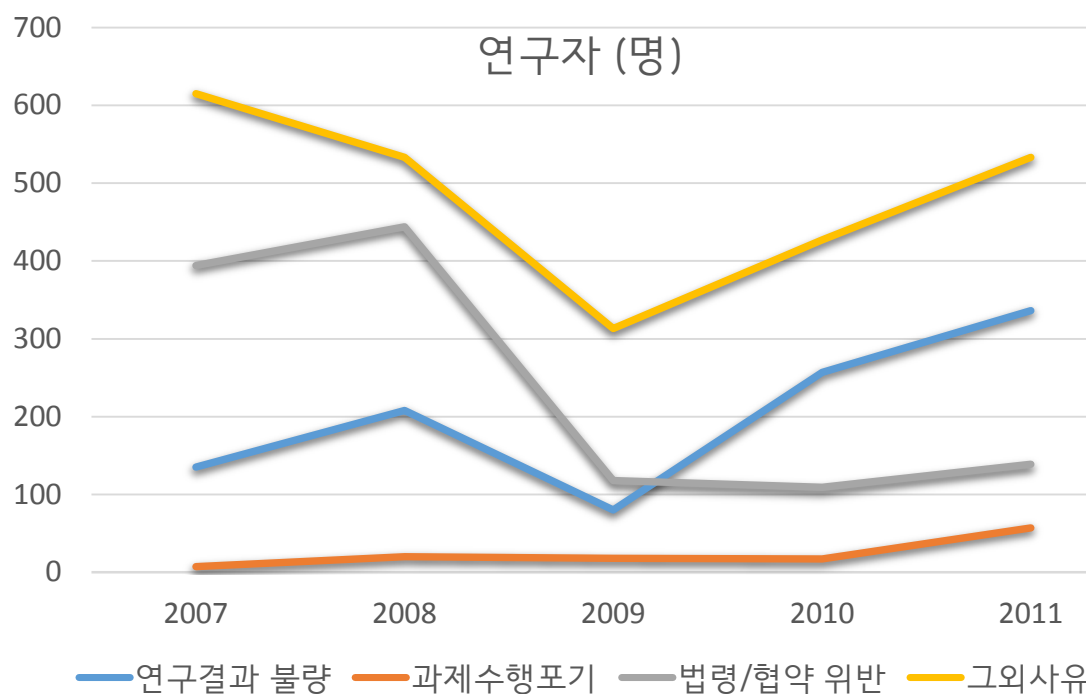
2단계 연구과정에서 도출한 가치 평가

파급효과연구과정에서 파생된 결과물의 기술성 및 사업성, 연구대상 및 방법의 독창성
후속연구 기여도(후속 연구개발에 도움을 줄 수 있는 연구결과 도출)

통과 → 재도전 기회 부여, 포상 등
탈락 → 실패사례 DB관리

3.2. 성실실패 (3)

• 연도별 국가연구개발사업 제재현황



그외사유: 연구개발 내용 누설/유출, 기술로 미납, 연구개발비 용도외 사용

자료: 국가과학기술지식정보서비스 (www.ntis.go.kr)

3.2.1. 성실실패 판단기준 (1)

[표 5] 과제수행의 성실성 판단기준

대 기준	소 기준
당초 목적하지 않은 우수 연구 성과물이 부수적으로 발생한 과제	1. 부산물이 경제적 파급효과가 큰 경우 2. 부산물이 해당분야에 대한 기술혁신 가능성이 큰 경우
현장평가를 통하여 연구수행과정이 성실한 것으로 평가된 경우	1. 연구진행상의 중대한 과실이 없는 경우 2. 연구책임자 및 참여연구원의 변경이 자주 발생하지 않은 경우 3. 연구진행 관련 자료(Data)를 충실히 보존·관리하고 있는 경우 4. 연구환경이 적절하게 구축되어 있는 경우 5. 연구추진전략 및 추진체계가 합리적인 경우 6. 연구기자재가 적절하게 활용된 경우 7. 전문가가 적절하게 활용된 경우
불가피한 외부여건이 인정되는 과제	1. 참여기업의 변경으로 인하여 연구진행에 곤란을 겪은 경우 2. 참여기업의 부도로 영향을 받은 경우 3. 연구결과가 타 사업 및 국가에서 이미 발생한 경우 4. 천재지변으로 인하여 연구수행에 지장을 받은 경우

2002년 과기부 특정연구개발사업의 성실수행 판단기준, 홍동희 (2013)

3.2.1. 성실실패 판단기준 (2-1)

【 연구과정의 성실성 평가 기준】

평가항목	세부 지표(예시)
☐ 목표 미달성 사유	■ 당초의 연구목표가 리스크를 감안하고 도전적으로 설정되어 실패의 가능성이 인정되는지 여부 ■ 시장의 미성숙, 환경 변화, 결과활용의 불투명성, 정부 정책변화 등 외적인 요인 존재 여부
☐ 연구수행 방법 및 과정의 적절성	■ 수행방법의 평가 - 연구 성격 상 반복수행이 가능한 연구의 경우 연구목표 도출 실패 후 1회 이상 재시도 했는지 여부 ■ 수행과정의 평가 - 연구노트 등 기술개발과정에 대한 자료 및 각종데이터가 체계적이고 충실한지 여부 - 연구진행과정을 입증하는 수정모형, 시험데이터 등 유·무형적 발생물의 존재 여부

<혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인(안)>, 국과심 2013.8.

3.2.1. 성실실패 판단기준 (2-2)

- 부처별 성실수행 기준 현황 (<연구개발 재도전 기회제공을 위한 가이드라인(안)>, 국과심 2013.8.2)

	구분	부처
인정범위	연구결과물 수준	산업부, 농식품부
	수행과정 성실성	미래부, 산업부, 국토부, 해수부, 중기청, 복지부, 환경부
평가주체	연구결과평가위원(회)	산업부, 농식품부, 중기청, 국토부, 환경부
	별도 전문위원(회)	미래부, 해수부, 복지부

3.2.1. 성실실패 판단기준 (3)

분류	세부 평가 요소
연구수행방법 의 적절성	• NCI (미국 암연구소): 해당 분야 새로운 개념, 접근법, 연구방법, 도구, 기술 사용 여부 • JSPA (일본 학술진흥회): 연구계획 수행시 당초와 다른 상황에 대한 대응 등 다각적 고려
연구결과의 우수성 및 파급효과	• NCI: 독창성/혁신성 (기존 패러다임에 도전, 그 분야 진보를 위해 혁신적 가설이나 결정적 장애물 도출) • JSPS (일본 과학기술진흥기구): 외부 논문 발표 등 연구성과의 과학기술 공헌도 • DFG (독일 연구협회): 연구분야 및 해당문제에 대한 혁신적 기여 • ARC (호주 연구위원회): 새로운 방법론 및 기술 개발 가능성, 국가의 잠재적 이익 기여 여부
후속 연구 기여도	• JSPS: 연구 결과를 바탕으로 후속연구 연계 가능성 • EPSRC (영국 공학자연과학연구회): 후속연구 활용을 위한 데이터 보존, 관리

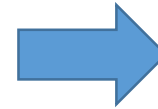
국과심 (2014), 성실수행 평가를 위한 해외 관련 기준, <연구개발 재도전 기회제공을 위한 가이드라인(안)>

3.2.2. 성실실패 용인규정

- <국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정> 27조 1항 1호
 - 단서: “연구개발을 성실하게 수행한 사실이 인정되는 경우에는 기간을 단축하거나 참여제한을 아니할 수 있다” (2012)
- 성실수행 제도 법제화
 - <연구개발 재도전 기회 제공을 위한 가이드라인> (2013.8, 국과심)
 - 과학기술기본법 명문화
 - 연구자의 성실 실패를 인정하는 <과학기술기본법> 일부 개정안 (통칭 성실 실패 인정법) 민병주의원 발의 (2013.8.15), 국회 통과 (2014. 5.2), 공포 (2014.5.28), 시행 (2014. 11.29)

<연구개발 성실실패와 재도전을 위한 공청회> 주요 의견

- 성실실패를 인정하는 평가 주체와 절차를 국가적으로 **통일적인 기준 마련**
- 마지막 단계에서 성실실패를 판단하는 것도 중요하지만, 연구과정 중간에 **중단된 과제**의 산출물을 **활용**하는 것도 중요
- 재도전 기회를 부여하는 것도 좋지만, 논문수, 특허수 등으로 연구결과를 평가하는 시각을 바꾸는 등 **전체적인 평가체제 개선**이 더 중요
- 대학의 연구자는 비교적 엄격한 도덕성을 갖고 있다. **대학과 기업체를 구분**해 성실실패 인정 제도를 설계해야
- 성실실패 인정과 재도전은 **도덕성이 확보**된 연구자에 한해 진행해야
- 성실실패 인정은 전체 사업에 적용하기보다는 **자유공모과제 중심**으로 운영하는 게 현실적임
- 성실실패를 인정하면, 연구자가 원인분석보고서를 의무적으로 제출해 **실패경험을 기록**하는 것과 함께 사업관리기관에서도 활용분석 보고서를 써야 구체적인 활용이 가능할 것임



통일/일관된 기준

평가 체제 개선

연구자 도덕성

적용 대상 사업/과제

실패 경험 활용

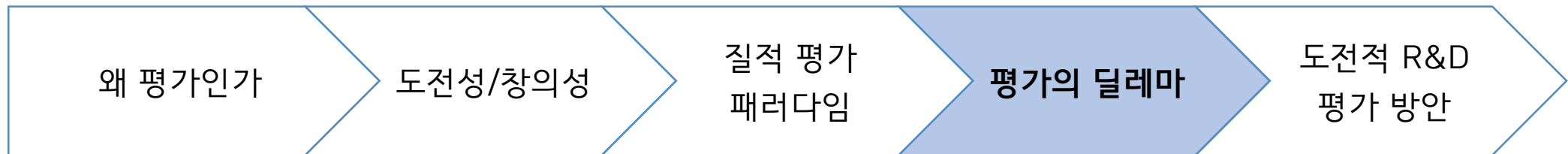
4. 평가의 딜레마

4.1. 타당성 vs. 신뢰성

4.2. 전문성 vs. 공정성

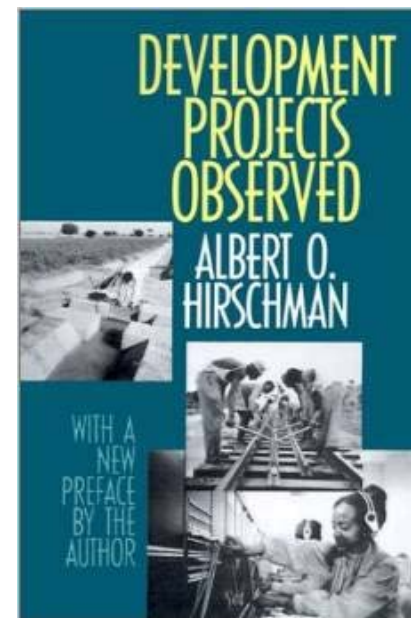
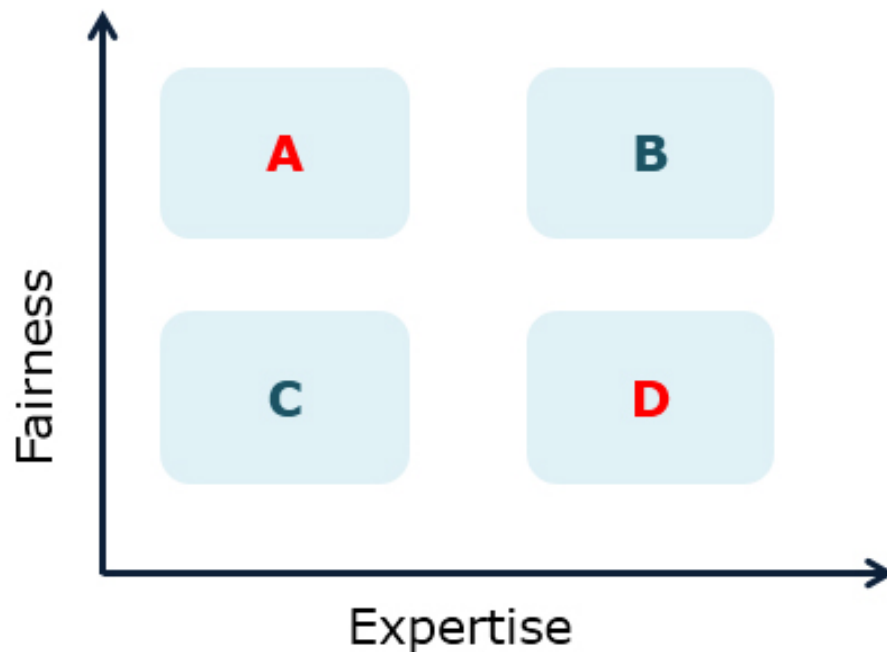
4.3. 책무성 vs. 자율성

4.4. 일관성 vs. 유연성



4.1. 평가의 딜레마 1: 전문성 vs. 공정성

- 도전성 평가에는 상당한 전문성이 요구되나 현실은 ...



- Overpromising (Hirshman 2002) vs. Challenging

4.2. 평가의 딜레마 2: 타당성 vs. 신뢰성

- 질적 평가 담론에도 불구하고 여전히 양적 평가가 중요한 이유?

Validity

Does a measure or indicator measure what is intended to measure?

Reliability

Does a measure yield consistent values regardless of who measures when or where?

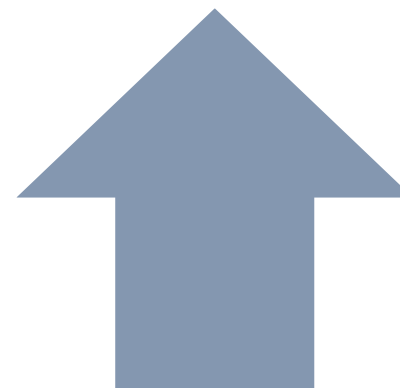
4.3. 평가의 딜레마 3: 책무성 vs. 자율성



Scientists must be **accountable** for public funding, and the funders have to monitor scientists to be accountable for taxpayers' money.

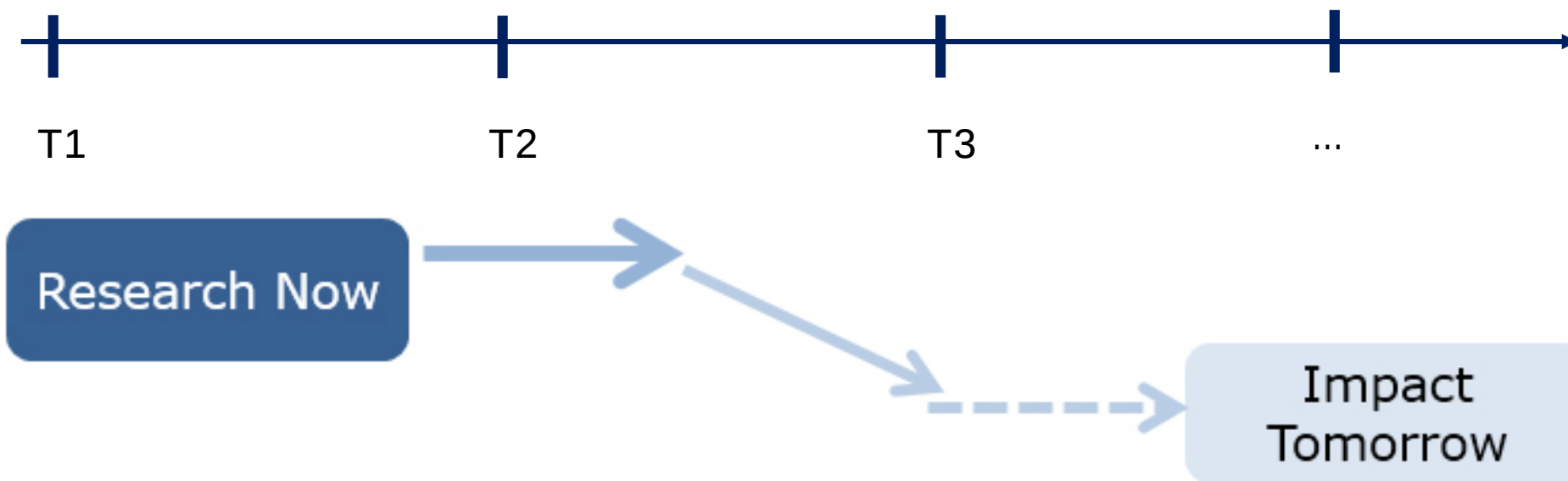
Dilemma: Scientists cannot be completely autonomous at the same time held completely accountable.

Due to the nature of scientific research, scientists need to be guaranteed of research **autonomy**.



4.4. 평가의 딜레마 4: 일관성 vs. 유연성

- Optimizing under time inconsistency



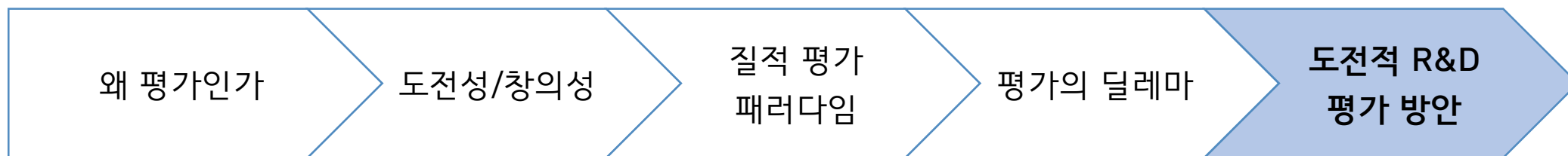
5. 도전성/창의성: 평가 방안(?)

5.1 성실실패 가려내기

5.2 사후평가 리스크 추정

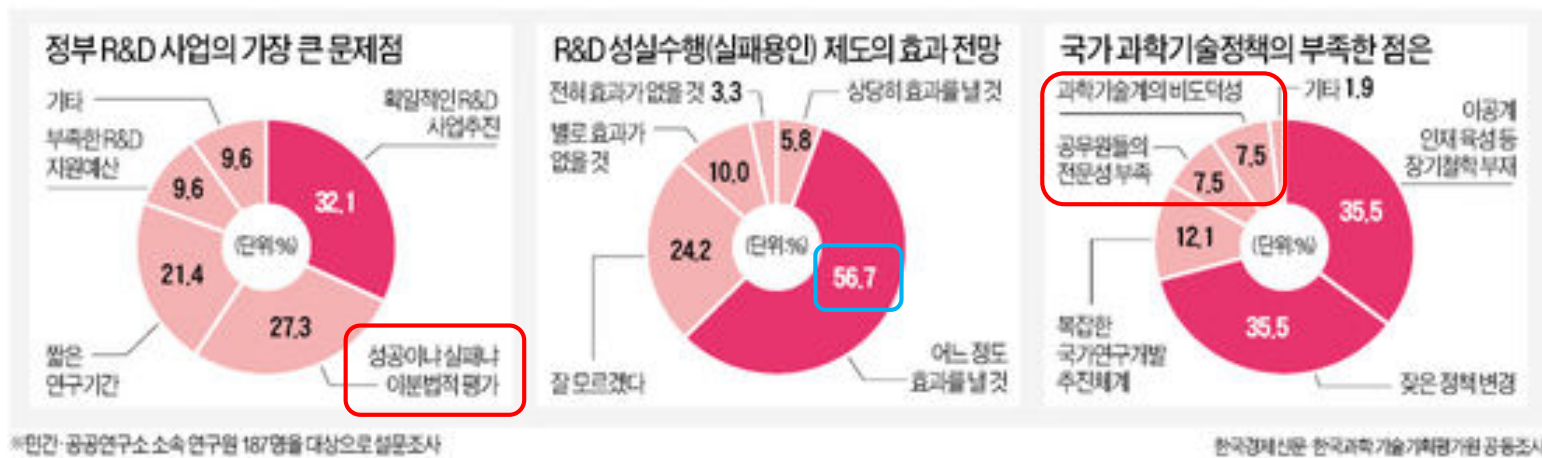
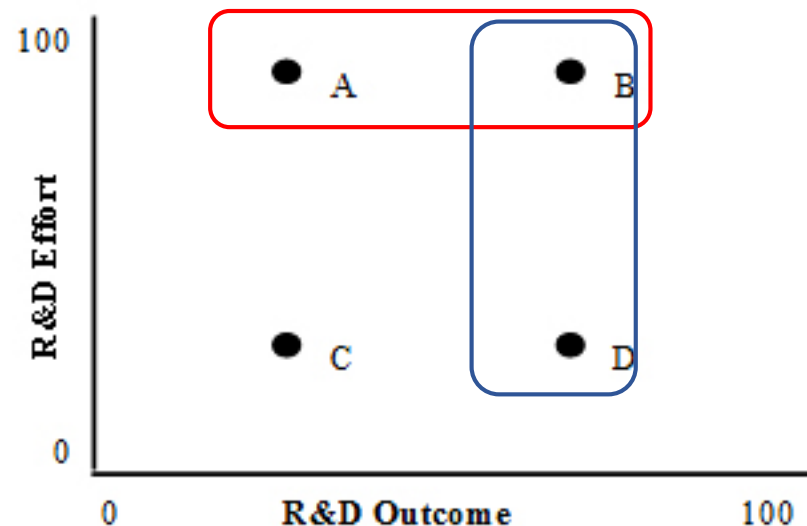
5.3 실패 지식 자산화

5.4 보상과 제재의 균형



5.1. 성실실패 가려내기 (1)

- 성실실패 가려내기 (A vs. B)
- 불성실성공 가려내기 (B vs. D)



5.1. 성실실패 가려내기 (2)

- 성실실패 가려내기는 비단 도덕성만이 아니라 **정보의 비대칭성** 문제
- “Since effort is hard to monitor, reward can’t be based on it. So, a scientist is rewarded **not for effort but for achievement** (Stephan 2011).”



5.2. 사후 평가 리스크 추정 (1)

- 어느 프로젝트가 high-risk, high return인가?
- 사전 (ex ante) vs. 사후 (ex post) 평가 리스크 추정의 비대칭성
 - 사후 평가시 리스크 추정은 성공, 실패에 따라 극명하게 갈림

Project	Prospective Evaluation				Retrospective Evaluation			
					A		B	
	Expected Cost	Expected Benefit	Chance of Success	Expected Payoff	Outcome	Observed Payoff	Outcome	Observed Payoff
X	1	5	0.7	3.2	Success	4	Failure	-1
Y	5	15	0.4	3	Success	10	Failure	-5
Z	10	30	0.3	2	Success	20	Failure	-10

Kim (2013)

5.2. 사후 평가 리스크 추정 (2)

Table 3: Hypothetical R&D Evaluation Incorporating Ex-Ante Risk (Evaluation Grades)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
# of High-Risk (HR) Programs	39	32	39	12	14	22	14
# of NonHR Programs	128	122	125	58	56	65	59
Mean Evaluation Grades	3.401	2.403	3.018	2.871	3.543	2.851	2.717
HR-NonHR Differential with HR Unweighted	-0.022	-0.272	0.615 ***	0.055	0.125	-0.895	-0.683
HR-NonHR Differential with HR Weighted by 1%	0.114	-0.184	0.755 ***	0.171	0.271 *	-0.808	-0.595
HR-NonHR Differential with HR Weighted by 2.5%	0.317 ***	-0.053	0.964 ***	0.346 *	0.489 ***	-0.677	-0.462
HR-NonHR Differential with HR Weighted by SD	0.646 ***	0.447 ***	1.425 ***	0.795 ***	0.755 ***	0.099	0.305

*: $p < 0.10$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$, SD: standard deviation

Source: Statistical Summary of the National R&D Programs (Performance Evaluation Bureau, National Science & Technology Commission of Korea)

- 리스크를
감안한
국가연구개발
사업
(2006~12)
평가 결과
재분석 (Kim
2013)

5.3. 실패 지식 자산화 (1)

- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제25조(연구개발정보의 관리)
 - ④중앙행정기관의 장은 추진하고 있는 국가연구개발사업 연구개발과제의 정보, 평가위원 및 평가 결과, 연구성과, 실패한 연구개발과제 정보 등 모든 연구개발 정보를 관리하기 위하여 전문기관이 운영하는 정보관리시스템을 국가과학기술종합정보시스템과 연계하도록 하여야한다.
- “성실수행 인정시 (...) 도덕적 해이를 방지하기 위해 연구실패에 대한 사항을 DB화하여 관리” (<연구개발 재도전 기회제공을 위한 가이드라인(안)>, 국과심, 2013.8.2)

5.3. 실패 지식 자산화 (2)

- 무엇을 기록할 것인가?

2011년 성실실패용인제도 심의결과

과제	위원회 의견요지	결과
A연구	연구내용 다소 미흡하나 모험연구에 합당하도록 성실히 연구 수행함	용인
B연구	연구방법 적절, 실험에 최선을 다했지만 가설설명에 어려움	용인
C연구	모델 확립과 실험 성공적 수행에도 불구하고 당초 연구목표 달성도 부족	용인
D연구	세부내용 실행 못했지만 기존 과제와 연구 성과가 분명히 차이점을 보임	용인

[표 8] 전자 연구노트에 기록할 실패정보(예시)

항목	정의
제목	어떤 실패가 일어났는가?
배경	실패가 일어난 전체적인 배경은?
경과	어떻게 진행되었는가?
원인	추정한 원인과 확정된 원인은 무엇인가?
대처	실패에 대해서 어떻게 조치를 취했는가?
결론	실패로부터 얻은 교훈은 무엇인가?

홍동희 (2013), 김한국 (2010)

- 실패 기록의 분류와 내용은 연구자들이 적극 참여해 bottom-up으로 이루어져야

5.4. 보상과 제재의 균형 (1)

- Marshmallow vs. Polaroid
 - Stanford experiment on delayed gratification (Mischel, et al. 1989)
 - Teresa Amabile's experiment on creativity (Amabile 1996)
 - Highest levels of creativity require intrinsic motivation.

Evaluation or Reward	Creative Task	
	Heuristic	Algorithmic
Summative	Positive	N.A.
Formative	Negative	Positive

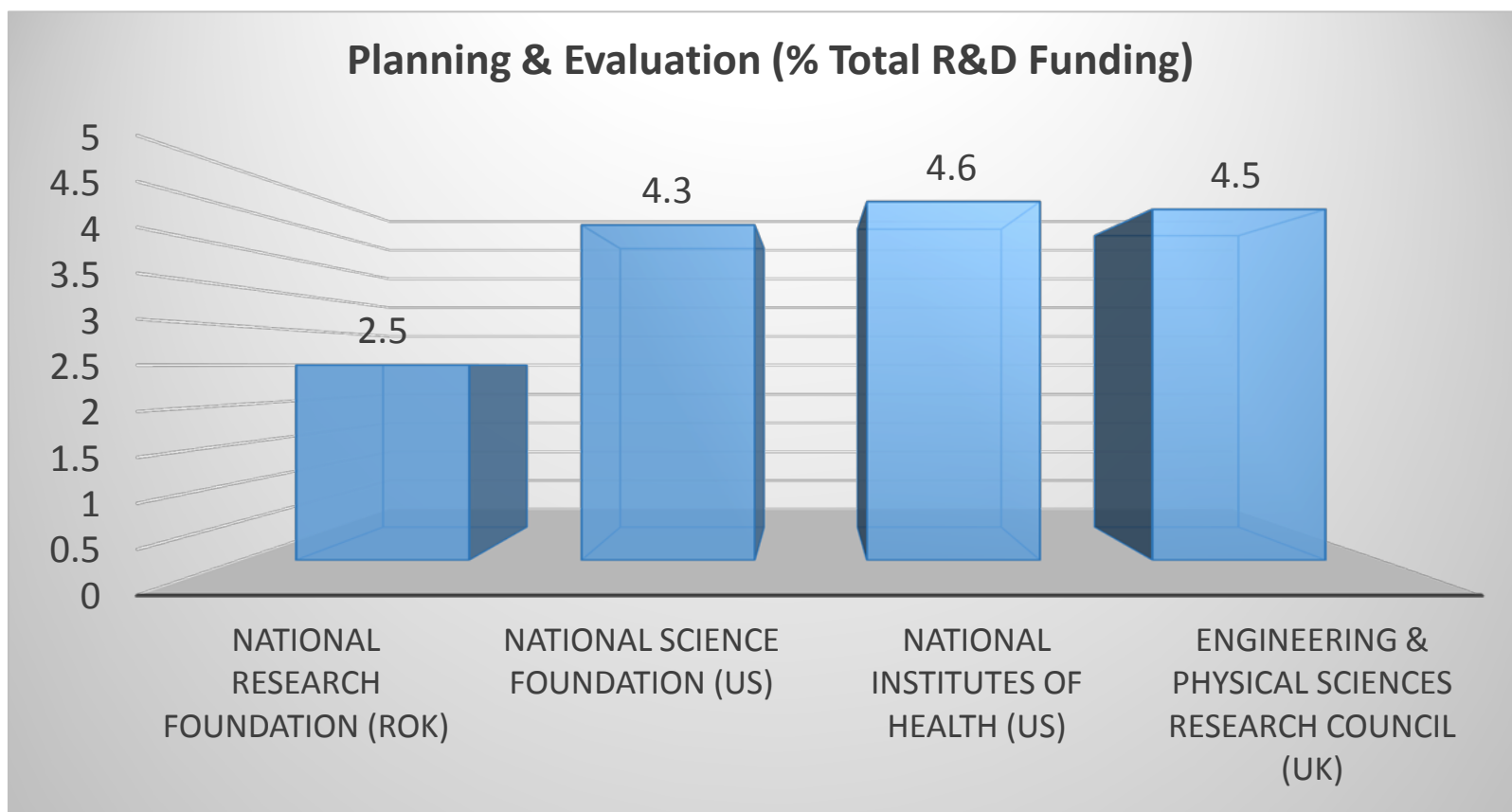
- Heuristic: tasks exploring many possibilities
- Algorithmic: tasks taking primarily a linear series of steps

5.4. 보상과 제재의 균형 (2)

- 보상과 제재의 비례원칙
 - Analogy to the principle of proportionality (in *jus in bello*)
- Targeted vs. blue-sky challenges
 - Rewards for targeted tasks can be set ex ante.
 - Rewards for blue-sky challenges cannot be set ex ante.

마치며

- Long way to go...



참고문헌 (1)

- 국가과학기술심의회. 2013. 연구개발 재도전 기회 제공을 위한 가이드라인(안). 2013.8.2
- 국가과학기술심의회. 2013. 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인(안). 2014.8.2
- 국가과학기술심의회. 2014. 창조경제 실현을 위한 정부 연구개발 시스템 혁신방안(안). 2014. 7.30.
- 국가과학기술위원회. 2012. 국가R&D사업 도전성 강화방안(안). 2012.9.14.
- 금현섭. 2012. 연구성과의 질적 지표 개발연구: 연구생산성 측정지표 개발과 활용을 중심으로. 한국연구재단.
- 김갑수 외. 2002. 국가기술혁신시스템의 창조성과 협동성 발전 연구. <STEPPI 정책연구> 2002-14.
- 김왕동. 2010, 미국의 변혁적 연구 동향과 관리체계. STEPPI 정책자료 2010-08.
- 김한국. 2010. 실패지식의 활용 방안 연구 - 과학기술 분야를 중심으로. <한국엔터테인먼트산업학회 추계학술대회 논문집>.
- 미래창조과학부. 2013. 국가연구개발사업 표준성과지표(개정안): 성과목표-지표 설정 가이드라인. 2013.12.
- 미래창조과학부. 2014. 기술사업화 촉진을 위해 R&D체질 개선 본격화. 보도자료. 2014.9.11

참고문헌 (2)

- 박재민. 2012. 창의적 기초연구 활성화를 위한 전주기 성과관리 체제 및 제도 개선 방안 연구. 한국연구재단.
- 배윤호·최석철. 2010. 국방R&D분야에서 성실실패제도의 적용에 관한 검토. <한국방위산업학회지> 17(1): 203-226.
- 서규원, 김민우, 정효석. 2014. 국가연구개발사업 질적 성과지표의 세부 측정 방법론. KISTEP 이슈페이퍼 2014-09.
- 이민형. 2009. 창의적 기초연구 활성화를 위한 추진전략 및 지원방안. STEPI 정책연구 2009-17.
- 이정수, 길부종, 전희성. 2013. 국가연구개발사업 성실실패제도 개선방안. <기술혁신학회지> 16(1): 346-366.
- 이찬구. 2011. 연구개발 평가의 전문성 향상 방안 - 국가연구개발사업 특정평가를 중심으로. <한국행정연구> 20 (3): 97-124.
- 한국경제신문·한국연구재단. 2013. “정부 R&D 사업, 획일적이고 이분법적.” <한국경제> 2013.3.22.

참고문헌 (3)

- 홍동희. 2002. 연구개발 실패 지식의 활용방안 (상) (하). <기술관리> 10월호/11월호. 한국산업기술진흥협회.
- 홍동희. 2013. 연구개발 성실실패 정보의 수집·분류·공개 방안. <R&D InI> 5호. KISTEP.
- 홍동희·류영수. 2002. 연구개발 실패지식의 활용방안에 관한 연구(1) - 개념적·법리적 관점에서의 조사·분석. KISTEP.
- 황석원. 2009. R&D 기여도와 사회적 수익률을 고려한 연구개발 경제성평가. <과학기술정책> 봄호: 106~111,
- 한국과학기술한림원. 2009. High Risk, High Return R&D, 어떻게 해야 하는가? <한림원탁토론회 기록집> 12: 43~53.

참고문헌 (4)

- Amabile, Teresa. 1996. *Creativity in Context: Update to the Social Psychology of Creativity*. Westview Press.
- Arrow, Kenneth, and Robert Lind. 1970. Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions. *American Economic Review* 60: 364–78.
- Azoulay, Pierre, Joshua Zivin, and Gustavo Manso. 2011. Incentives and Creativity: Evidence from the Academic Life Sciences. *The RAND Journal of Economics* 42 (3): 527-554.
- Branscomb, Lewis and Philip E. Auerswald. 2001. *Taking Technical Risks: How Innovators, Executives, and Investors Manage High-Tech Risks*. MIT Press.
- Chubin, D. and Hackett. E. 1990. *Peerless Science: Peer Review and US Science Policy*. Albany, NY: SUNY Press.
- Hodder, James E. and Henry E. Riggs. 1985. Pitfalls in Evaluating Risky Projects. *Harvard Business Review* 85(1): 128-135.
- Johnson, Steven. 2010. *Where Good Ideas Come From: The Seven Patterns of Innovation*. Penguin Books.
- Kim, So Young. 2013. A Counterfactual Analysis of Publicly Funded R&D Evaluation Incorporating Ex-ante Risk. *Science, Technology, and Innovation Review* 4(2): 41-54.

참고문헌 (5)

- Klein, M. 1997. The Risk Premium for Evaluating Public Projects. *Oxford Review of Economic Policy* 13: 29–42.
- Leijten, Jos, Han Roseboom, and Reinhold Hofer. 2010. More Frontier Research for Europe: A Venture Approach for Funding High Risk – High Gain Research. Report for the European Commission Director of General Research.
- Linquti, Peter. 2012. The Importance of Integrating Risk in Retrospective Evaluations of R&D. *Research Evaluation* 21: 152–165.
- Meyer, A. D., C. H. Loch, and M. T. Pich. 2002. Managing Project Uncertainty: From Variation to Chaos. *MIT Sloan Management Review* 43(2): 61-63.
- NSF. 2007. Enhancing Support of Transformative Research at the National Science Foundation.
- Pinto, Jeffrey K. and Jeffrey G. Covin. 1989. Critical Factors in Project Implementation: A Comparison of Construction and R&D Projects. *Technovation* 9(1): 49-62.
- Sitkin, S. B. 1991. Learning Through Failure: The Strategy of Small Losses. *Research in Organizational Behavior* 14: 231-266.

Appendix: Research Evaluation for Risky Projects as A Signaling Game

- Suppose two types of researchers
 - o H types: highly creative researcher taking up a risky project
 - o L types: less creative researcher shying from a risky project
 - Note that creativity or competency is an unobservable quality
 - o Research output: $R_H > R_L$ (as measured by # of papers)
- A researcher invest time and energy for scientific publication
 - o Publications then function as a (often imperfect) signal for unobservable creativity or competence in research.
- Observing the researcher's publication records a research evaluator chooses an evaluation score: $E_H > E_L$

Research Evaluation for Risky Projects as A Signaling Game (2)

- Prior beliefs can be estimated from the R&D output database
- $p(R_H|H)$: rate of honorable success, $p(R_H|L)$: rate of dishonorable success
- $p(R_L|L)$: rate of dishonorable failure, $p(R_L|H)$: rate of honorable failure

Equilibrium	Researcher	Evaluator	Belief
Separating	H type publishes many L type publishes few	Higher score for H type and lower score for L type (publication is a perfect signal)	$p(H R_H) = 1$ $p(H R_L) = 0$
Pooling	Both types many or few	No score difference (publication isn't informative at all)	$p(H R_H) = p(H R_H)$ or $p(L R_L) = p(H R_L)$
Partially Pooling or Separating	Some H and some L type publish many (or few)	Mixed scores (publication is partially informative)	$p(H R_H) = \frac{p(R_H H)p(H)}{p(R_H H)p(H) + p(R_H L)p(L)}$ $p(L R_L) = \frac{p(R_L L)p(L)}{p(R_L L)p(L) + p(R_L H)p(H)}$